VISIÓN DE LOS PROYECTOS SOLARES EN EL PROCESO DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

MAYO 20 DE 2021





PATRIA
essentia
ENERGIA

LUIS ALBERTO
ORJUELA

VISION DE LOS PROYECTOS SOLARES EN EL PROCESO DE TRANSICION ENERGÉTICA EN COLOMBIA

OBJETIVO

Exponer el conocimiento general y la visión de la energía solar fotovoltaica en Colombia, propiciando la participación en los proyectos solares que adelantará Essentia Energia-Patria Investment en el país.

PATRIA
essentia
ENERGIA

LUIS ALBERTO
ORJUELA

VISION DE LOS PROYECTOS SOLARES EN EL PROCESO DE TRANSICION ENERGÉTICA EN COLOMBIA

CONTENIDO

PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

1-Antecedentes

Concepción General de la Transición Energética en Colombia



.

Concepto General: Cambio de un sistema energético radicado en los combustibles fósiles a uno de uno de bajas emisiones o sin emisiones de carbono, basado en las fuentes renovables.

PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

1-Antecedentes
La Transición Energética en Colombia

Origen

- Crisis alimentaria, ambiental y climática

- Sintonía con el Acuerdo de Paris de 2015.
  - Objetivo: debajo de 2 grados respecto a los niveles preindustriales y, de ser posible, limitarlo a 1,5 grados

- Movimiento de los mercados mundiales.
- El Fenómeno de El Niño en 2016

PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

1-Antecedentes
Plan energético Nacional

La **descentralización** rompe con uno de los paradigmas del sector energético: las cadenas de valor verticales y las economías a escala.

- Diferentes soluciones para el mismo problema
- Más participantes de diferentes tamaños
- Usuario final con mayor poder de decisión

La **digitalización** permite disponer de datos e información relevante para la toma de decisiones.

- Cambios en los patrones de consumo gracias a la automatización
- Identificar las variables que afectan el consumo energético

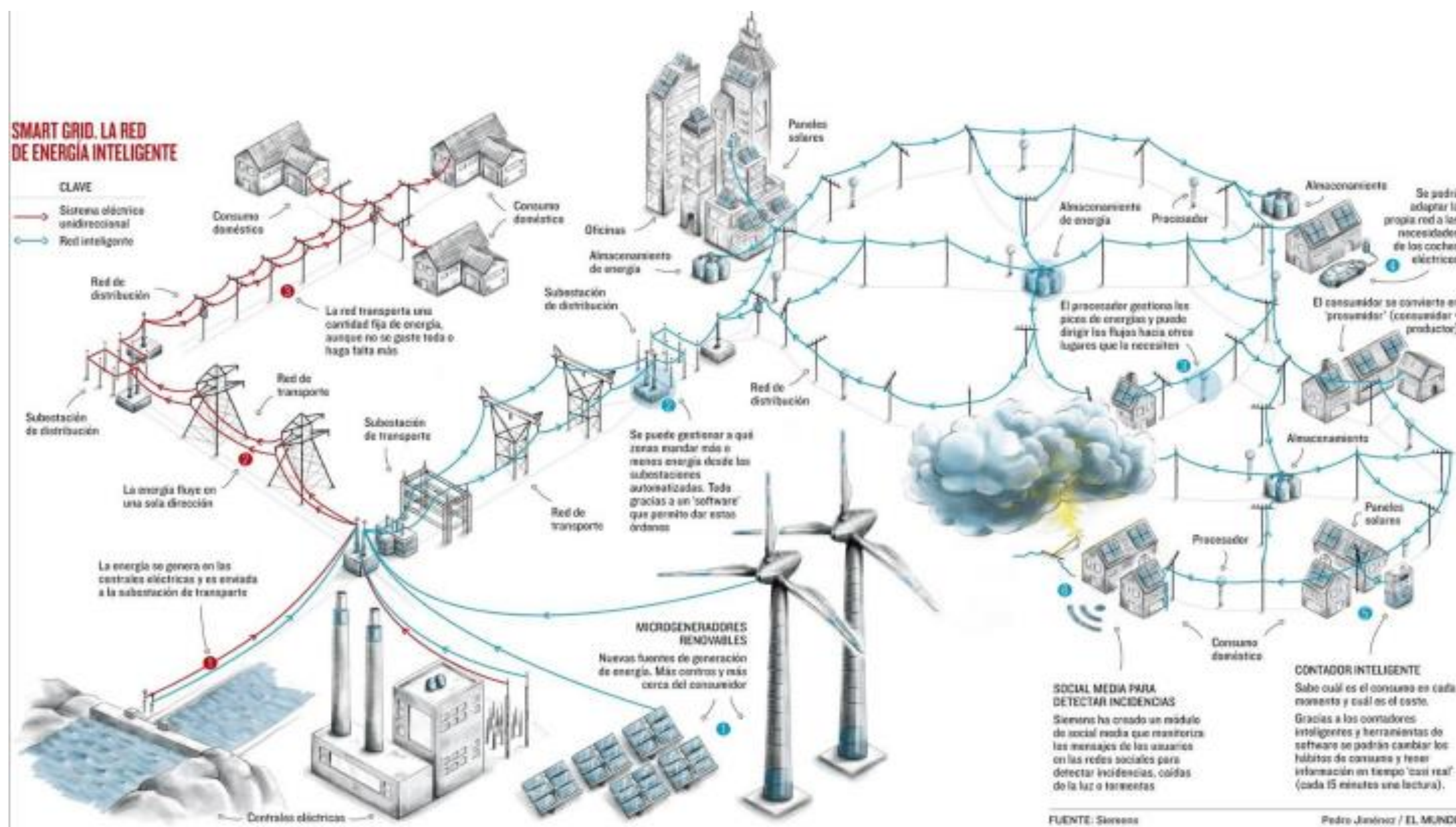


La **descarbonización** en el contexto de una demanda y población creciente implica la sustitución de los combustibles que tienen mayor participación en la matriz energética: los combustibles fósiles.

- Impactos de la producción energía y consumo en el medio ambiente.

PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

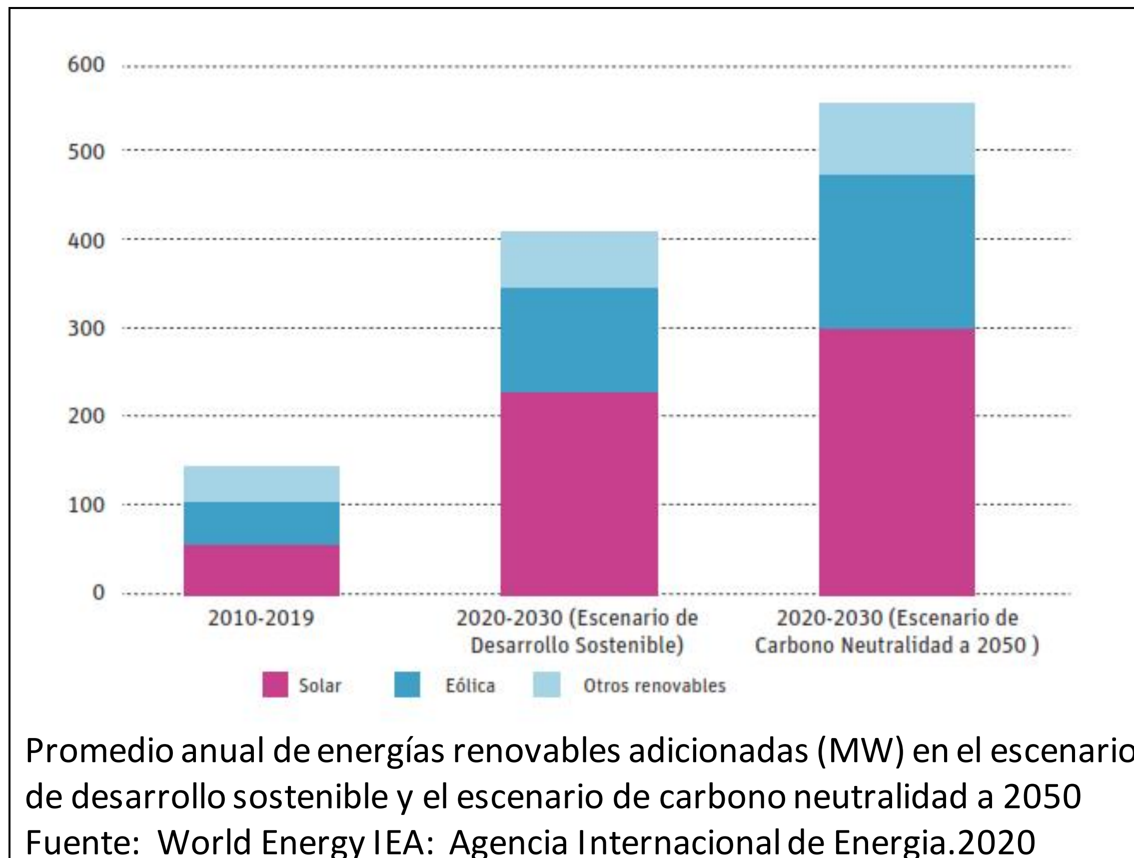


PATRIA essentia ENERGIA

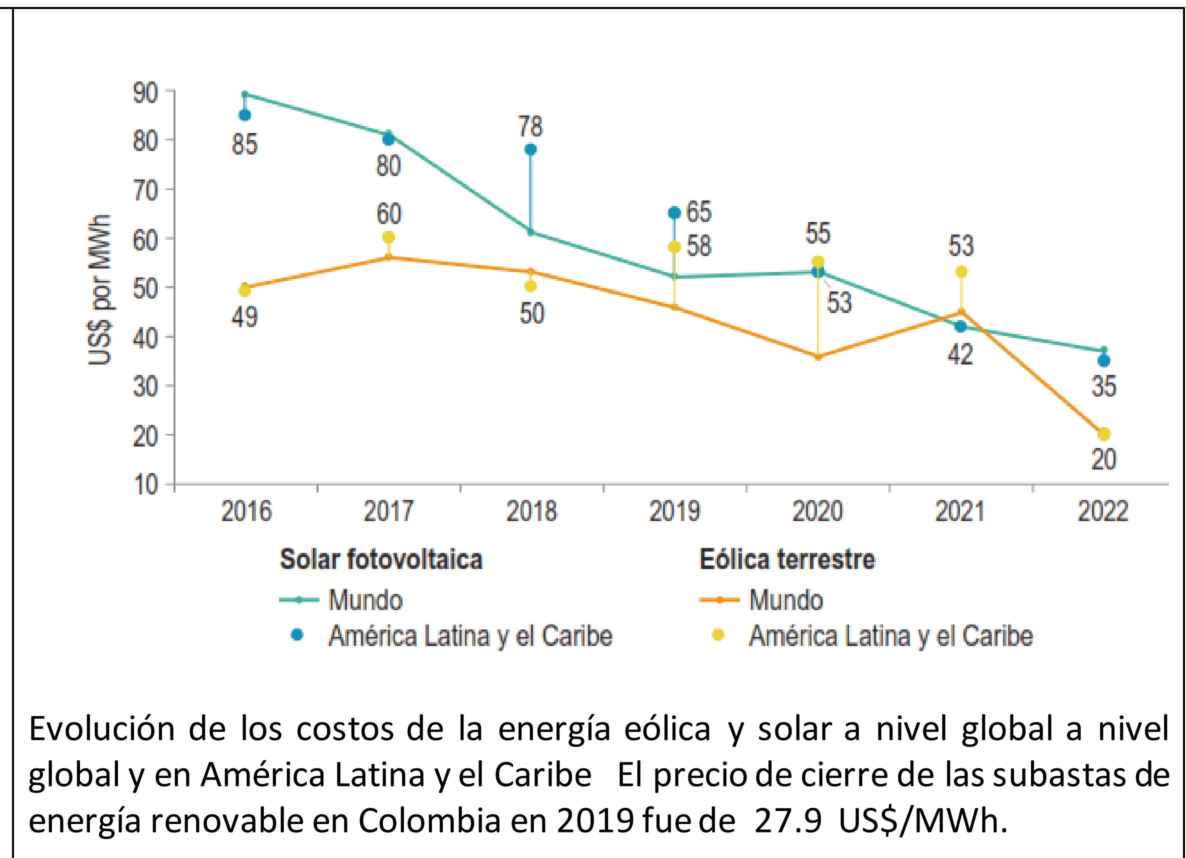
LUIS ALBERTO ORJUELA

1-Antecedentes

La Transición Energética en Colombia y las Fuentes de Energía Solar Fotovoltaica



Promedio anual de energías renovables adicionadas (MW) en el escenario de desarrollo sostenible y el escenario de carbono neutralidad a 2050 Fuente: World Energy IEA: Agencia Internacional de Energia.2020



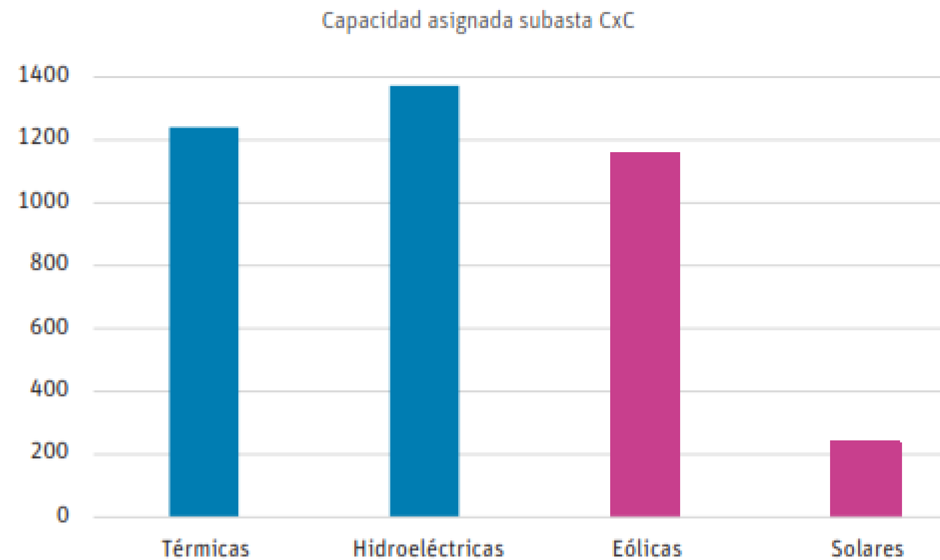
Evolución de los costos de la energía eólica y solar a nivel global a nivel global y en América Latina y el Caribe El precio de cierre de las subastas de energía renovable en Colombia en 2019 fue de 27.9 US$/MWh.

PATRIA essentia ENERGIA

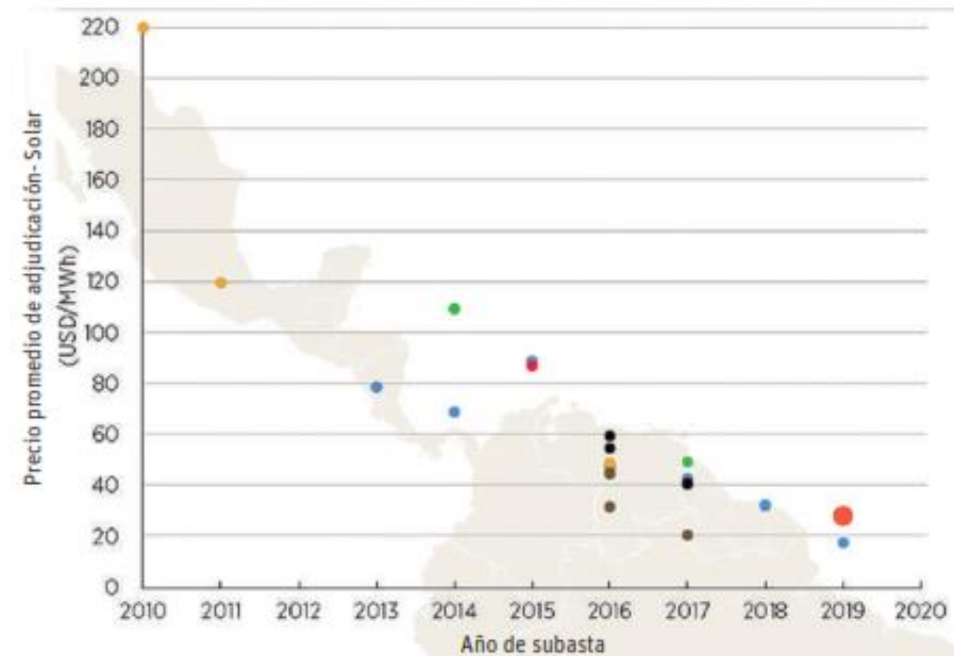
LUIS ALBERTO ORJUELA

1-Antecedentes

La Transición Energética en Colombia y las Fuentes de Energía Solar Fotovoltaica



Capacidad instalada (MW) adicional en el sistema, producto de la Subasta del Cargo por Confiabilidad
Fuente: Transición energética –BID



Precio promedio adjudicado en subastas en Latinoamérica para tecnologías solar y eólica entre 2010 y 2019. Fuente: IRENA. BID

PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

2-Ventajas de los sistemas solares

1-Fuente de energía renovable.

2-Alternativa Energética

3-Aplicabilidad: Solar Fotovoltaica y Solar Térmica

4-Aprovechamiento del espacio urbano.

5-Bajo costo de mantenimiento

6-Desarrollo tecnológico en avance

7-Aprovechamiento de regiones desérticas

8-Baja emisión de gases de efecto invernadero

9-Disponibilidad a nivel mundial y más allá

10-Acceso de electricidad en sitios apartados

PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

2-Desventajas de los sistemas solares

1-Como parte de un sistema interconectado requiere grandes extensiones de tierra

2-Un costo relativamente alto de inversión.

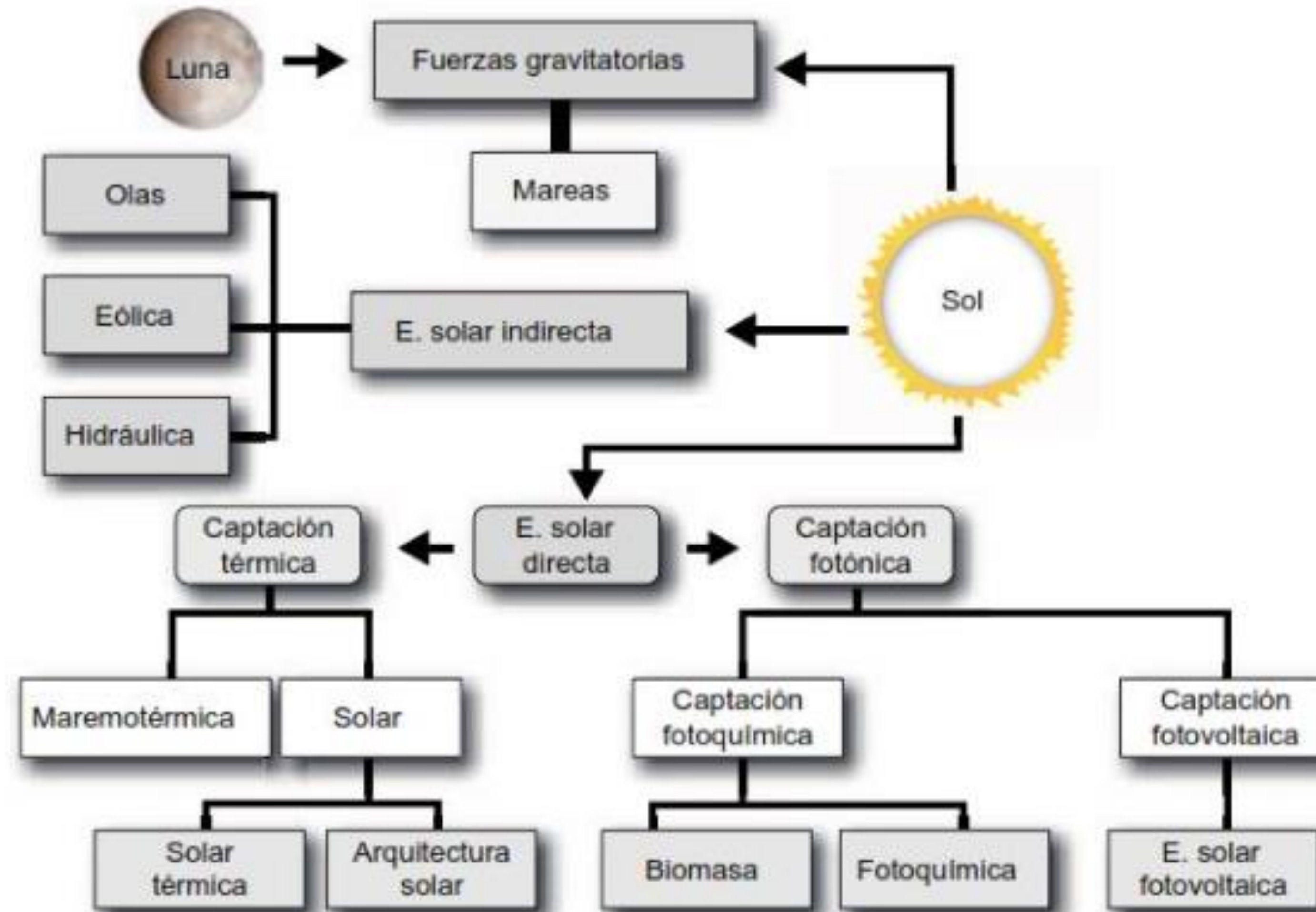
3-Dependencia del clima

4-Variabilidad de la luz solar.

5-Centros poblados alejados de centros de generación de energía

6-Baja eficiencia de producción de energía

3-Repaso General de los conceptos técnicos



Fuentes: Centrales de energías renovables: Generación eléctrica con energías renovables, José Antonio Carta González, 2da Edición, Madrid 2013

PATRIA essentia ENERGIA

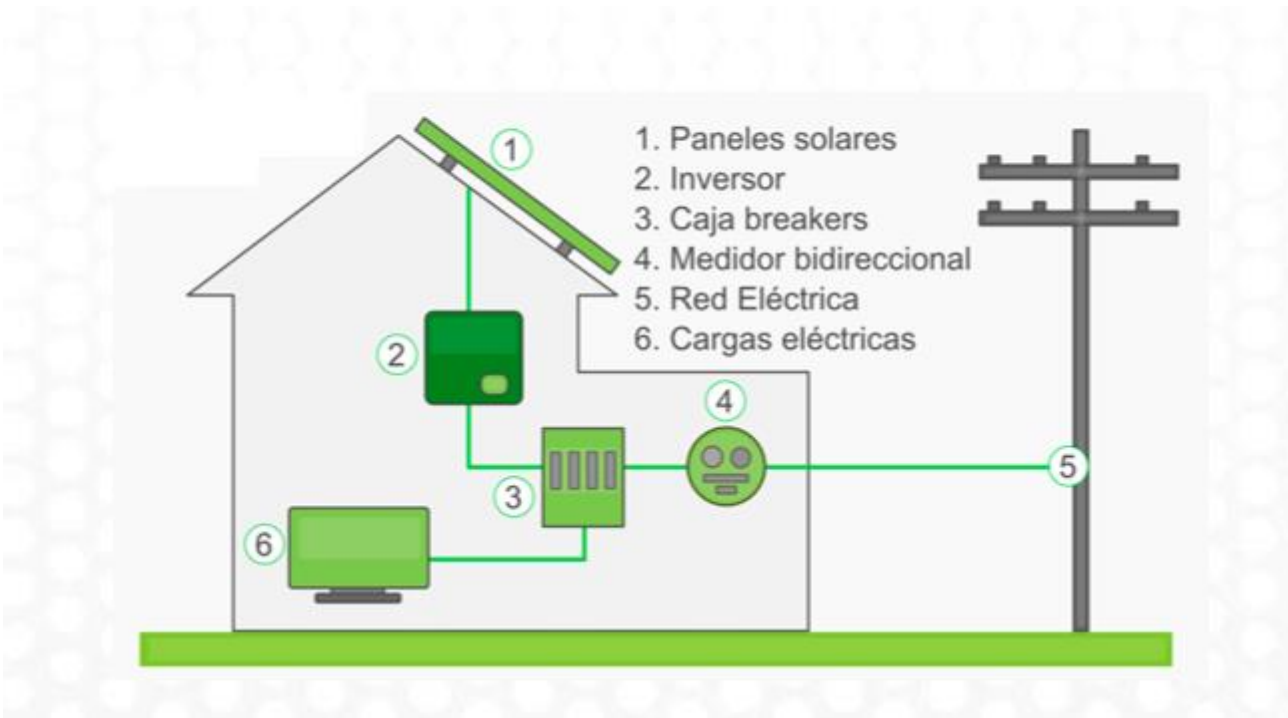
LUIS ALBERTO ORJUELA

3-Repaso General de los conceptos técnicos



La energía solar fotovoltaica se basa en el uso de células solares o fotovoltaicas, fabricadas con semiconductores cristalinos que, por efecto fotovoltaico generan corriente eléctrica a partir de la radiación solar. El silicio es la base de la mayoría de los materiales utilizados en el mundo para la construcción de células solares.

3-Repaso General de los conceptos técnicos
Sistema On Grid o Grid Tie (conectados a la red)

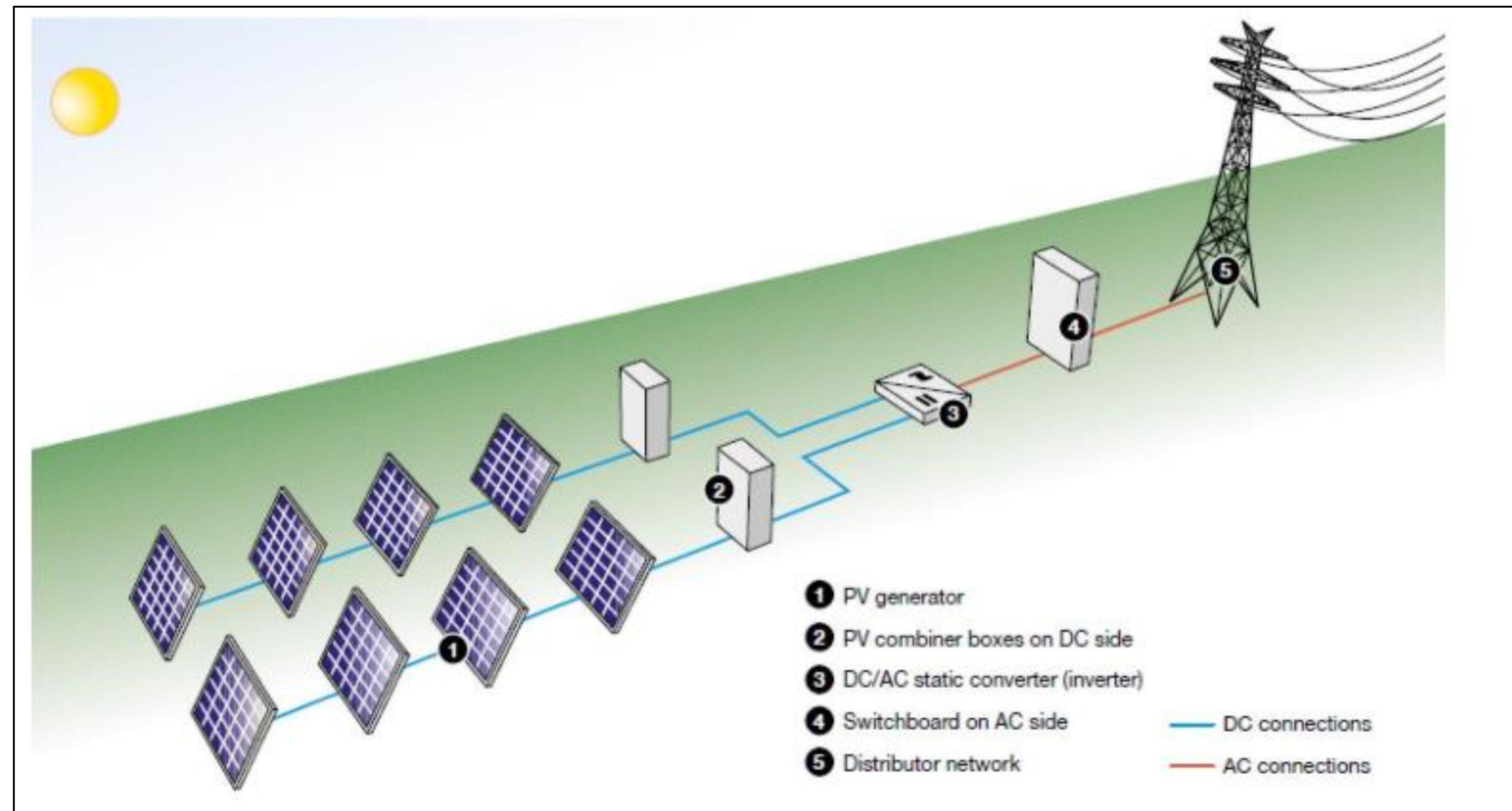


- Opera en conjunto con la red eléctrica
- Consisten en un arreglo de paneles y un inversor Grid-Tie que es capaz de "inyectar" la energía generada por los paneles a la red.
- La energía generada se consume en las cargas que se encuentren en funcionamiento, en caso de excedentes se inyecta a la red.

PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

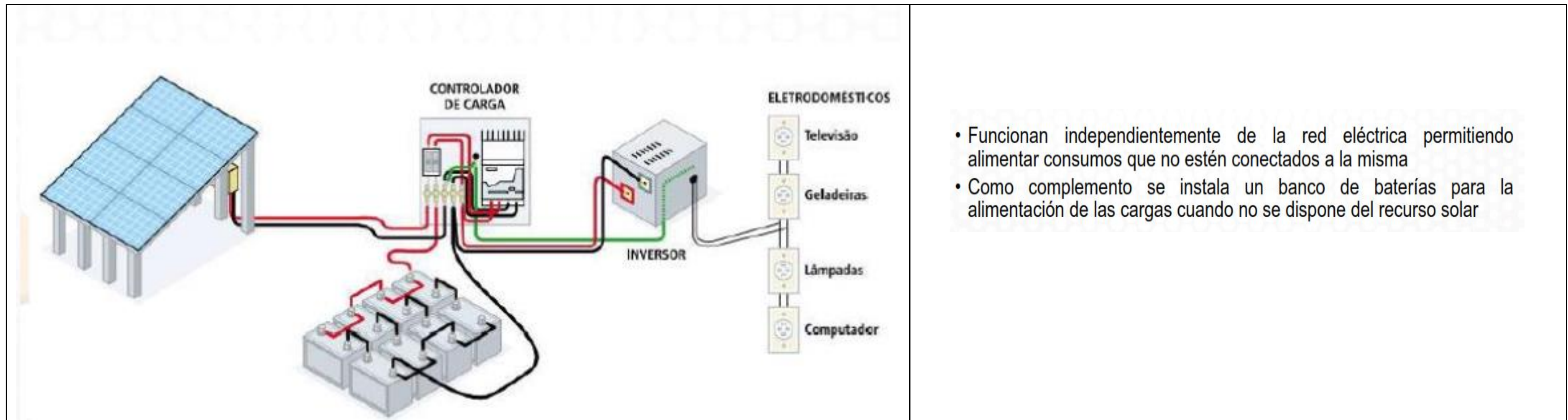
3-Repaso General de los conceptos técnicos
Conectado a la red (Esquema generador)



PATRIA essentia ENERGIA

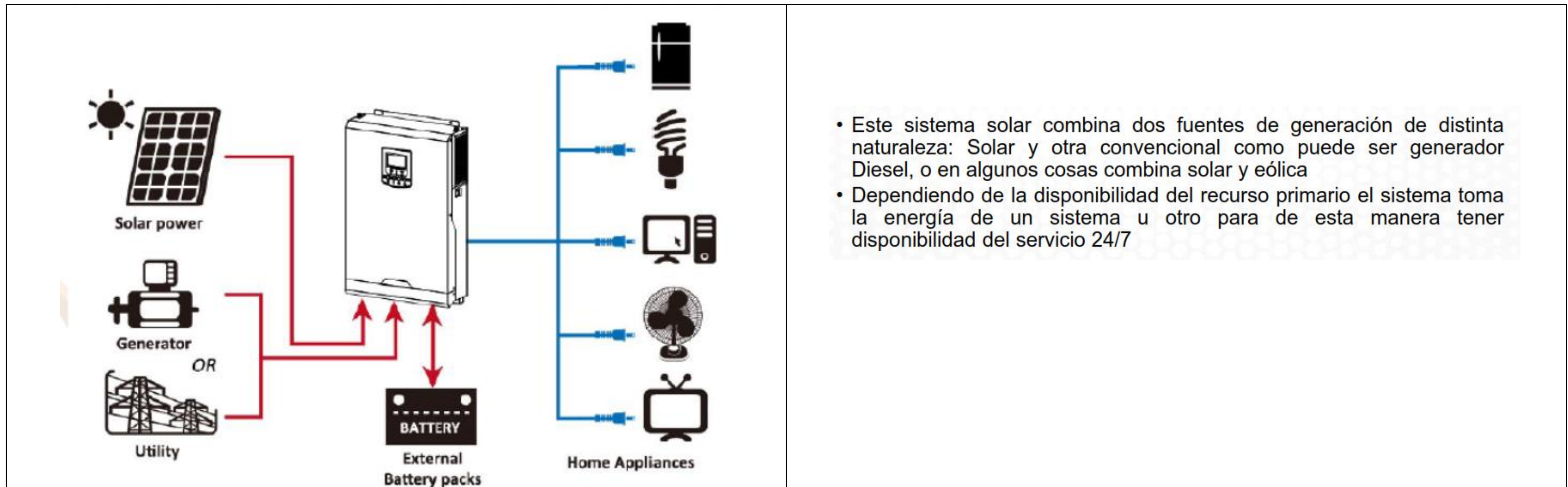
LUIS ALBERTO ORJUELA

3-Repaso General de los conceptos técnicos Sistema Off Grid (Aislados de la red)



- Funcionan independientemente de la red eléctrica permitiendo alimentar consumos que no estén conectados a la misma
- Como complemento se instala un banco de baterías para la alimentación de las cargas cuando no se dispone del recurso solar

3-Repaso General de los conceptos técnicos
Sistema Hibrido

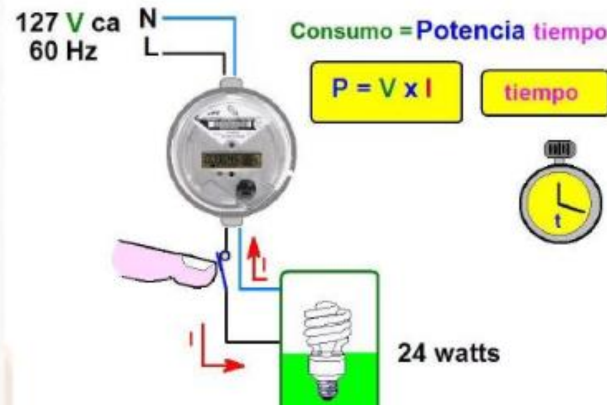


PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

3-Repaso General de los conceptos técnicos
Energia de una planta solar

- **Potencia:** Es la cantidad de trabajo por unidad de tiempo. kW, HP, etc. se da en términos instantáneos, no se puede acumular.
- **Energía:** Es la capacidad de realizar un trabajo. kWh, Joules, etc. se da en términos de tiempo, se puede acumular.



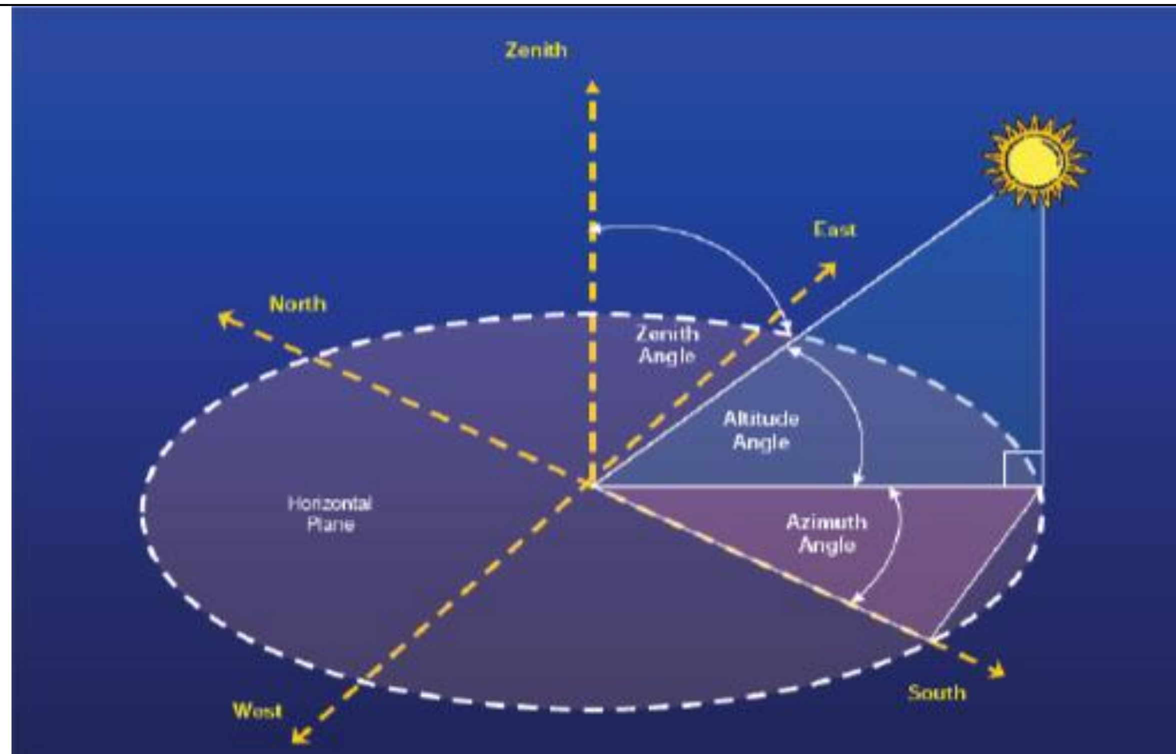
- Una planta solar fotovoltaica tiene una potencia X (dada en kWp instalada en términos instantáneos, no se puede acumular
- Dependiendo de las condiciones de radiación, temperatura y pérdidas del sistema, ésta planta tendrá una producción diaria de energía eléctrica Y (dada en kWh

PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

3-Repaso General de los conceptos técnicos

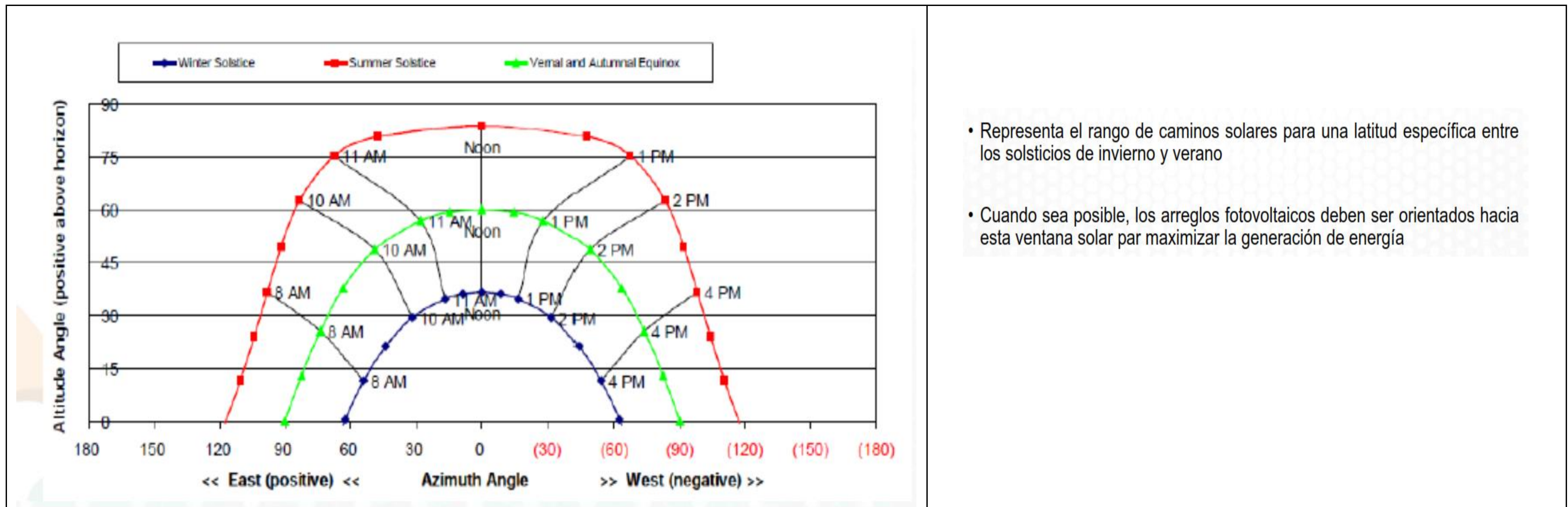
Posición del sol



Posición del Sol

- **Ángulo Azimut:** Define la dirección de la proyección del sol en el eje horizontal
- **Ángulo Altitud:** Define la elevación del sol sobre el horizonte

3-Repaso General de los conceptos técnicos
Diagrama de posición del sol



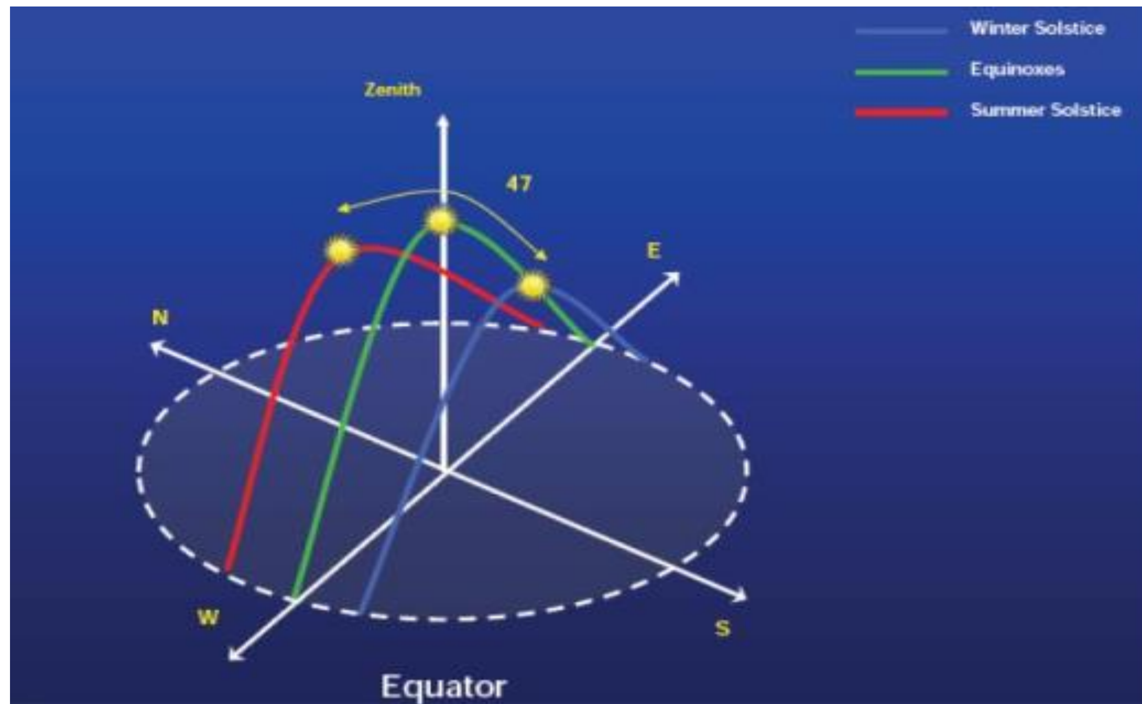
- Representa el rango de caminos solares para una latitud específica entre los solsticios de invierno y verano
- Cuando sea posible, los arreglos fotovoltaicos deben ser orientados hacia esta ventana solar par maximizar la generación de energía

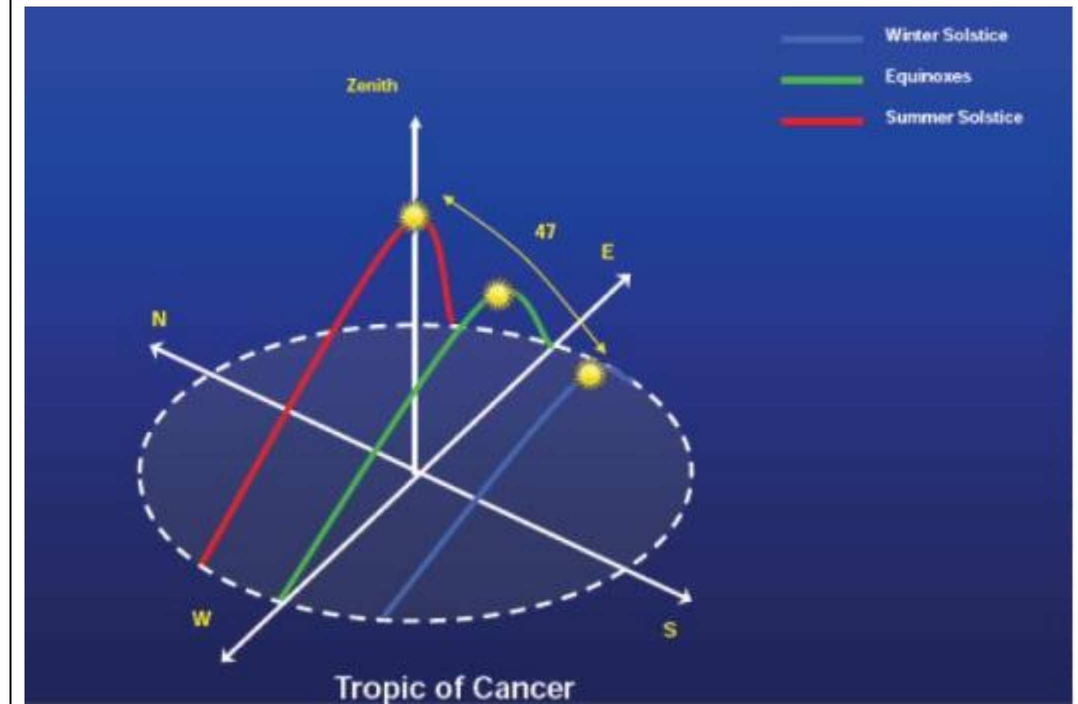
PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

3-Repaso General de los conceptos técnicos

Ventana Solar

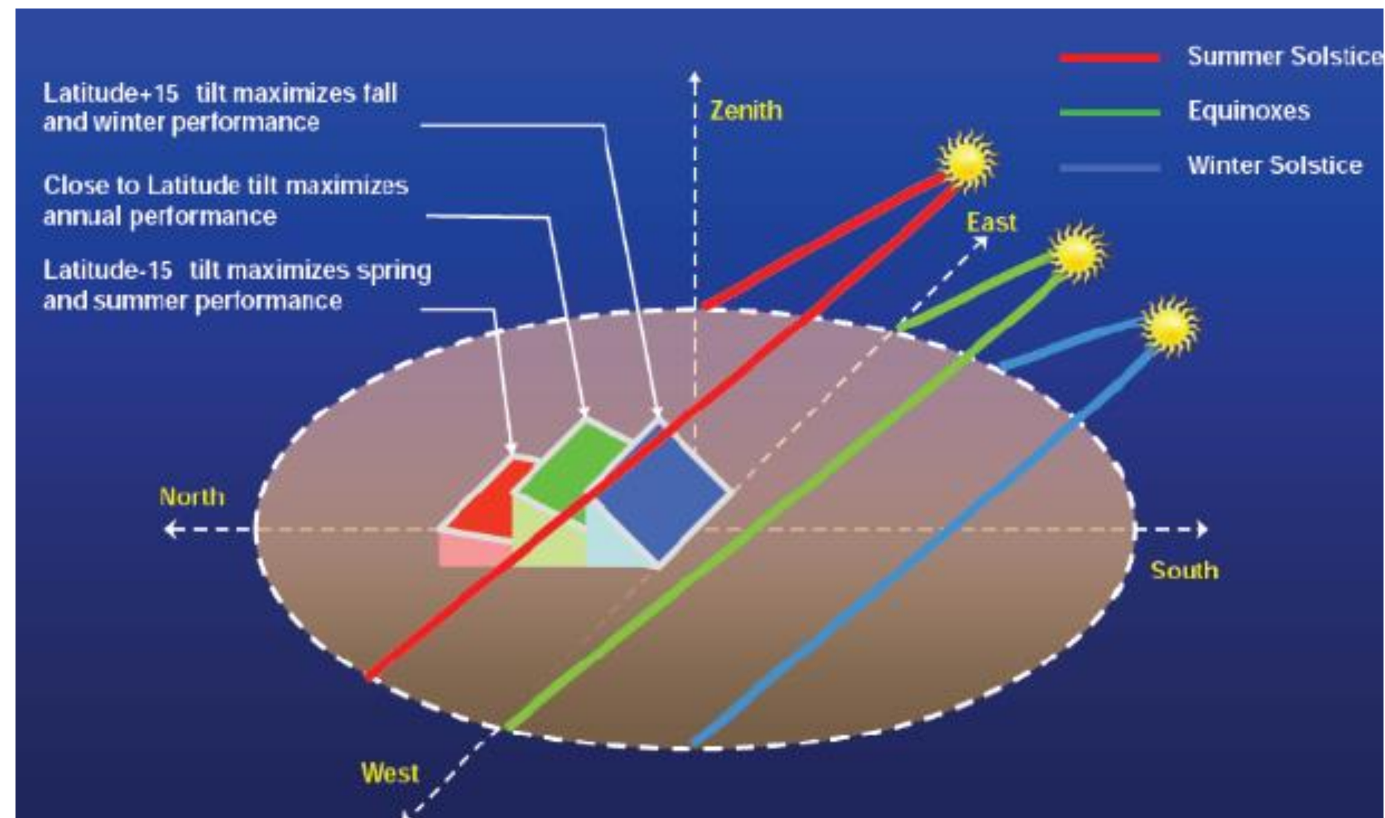




PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

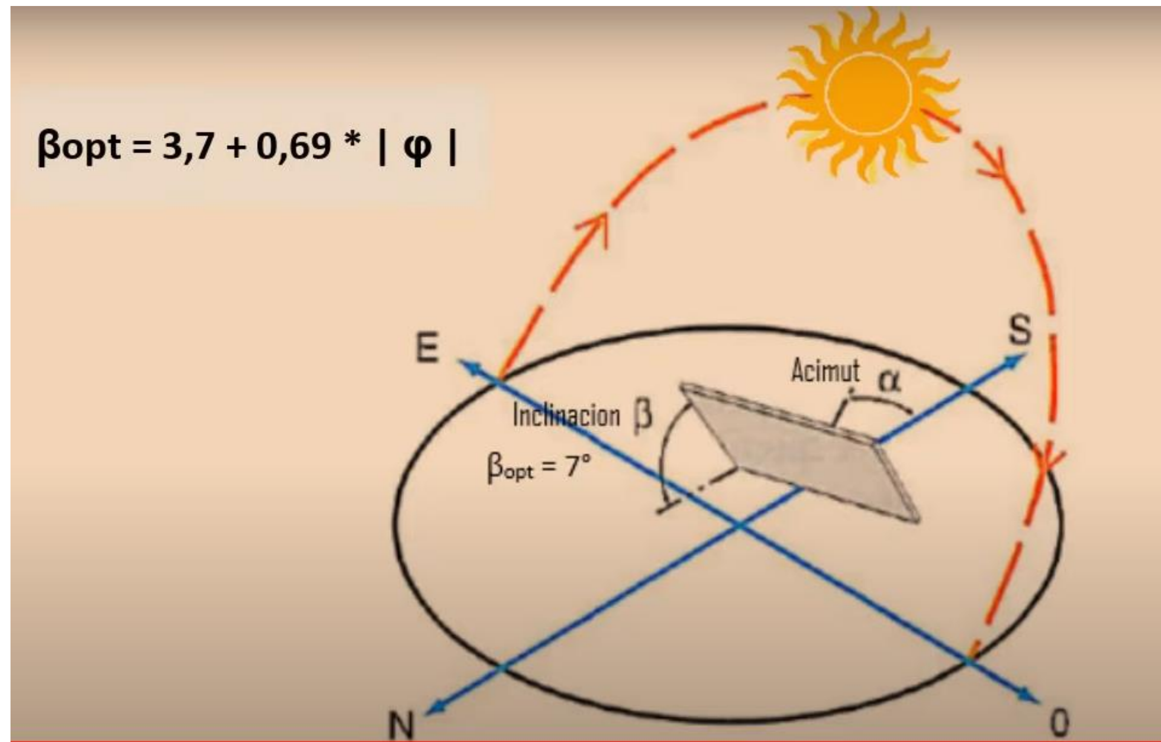
3-Repaso General de los conceptos técnicos Inclinación del arreglo fotovoltaico



PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

3-Repaso General de los conceptos técnicos
Inclinación del arreglo solar



Para obtener la máxima energía solar anual en Colombia el arreglo fotovoltaico debe ir en dirección al sur.

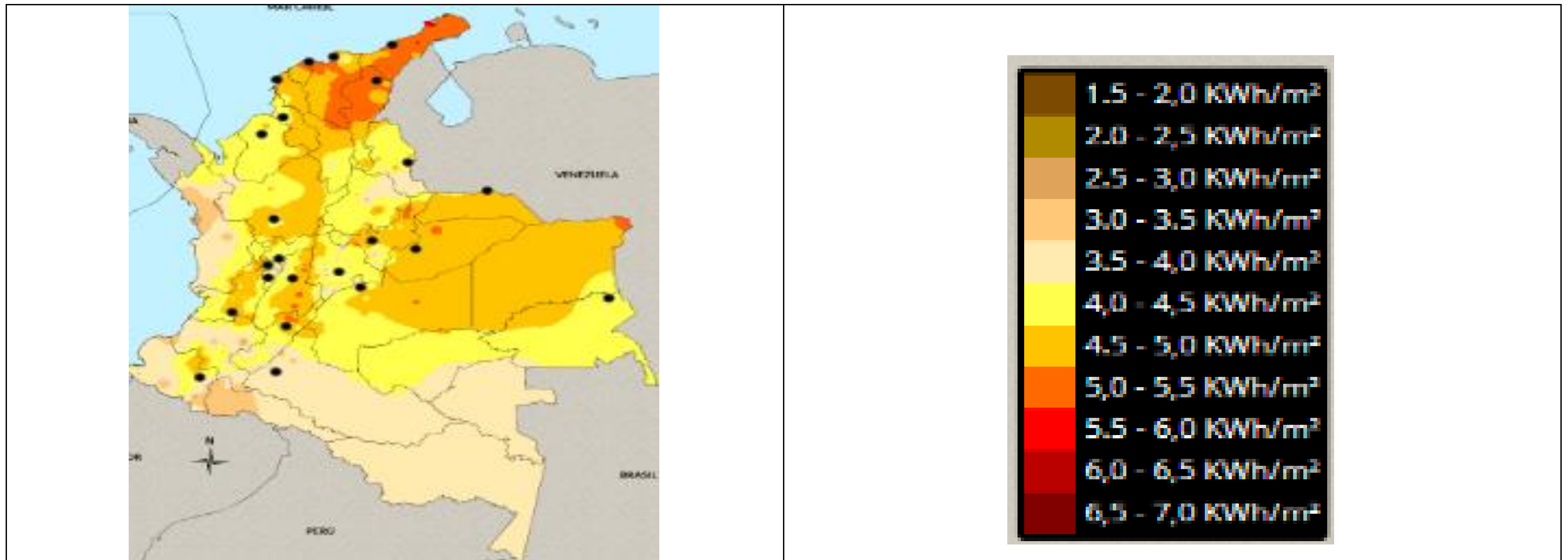
Colombia por estar más cerca al ecuador, posee una mayor eficiencia de generación solar.

Para determinar la inclinación optima de una superficie fija se emplea una fórmula estadística basada en la irradiación solar para superficies con diferentes inclinaciones y ubicadas en diferentes latitudes

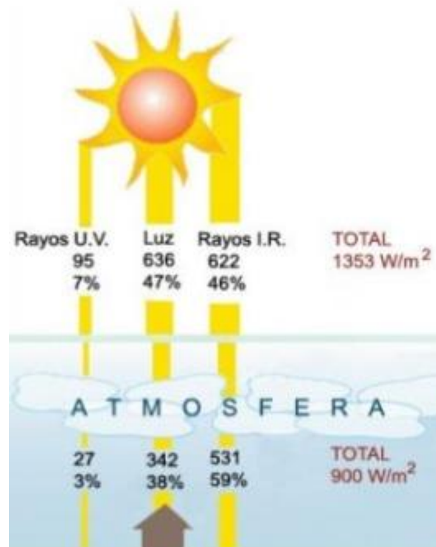
PATRIA
essentia
ENERGIA

LUIS ALBERTO
ORJUELA

3-Repaso General de los conceptos técnicos-Irradiación



3-Repaso General de los conceptos técnicos-Irradiación



Puede estimarse que la emisión solar total al espacio, asumiendo una temperatura del Sol de 5.760 K, es de $3{,}84 \times 10^{26}$ W. Solo una diminuta fracción de ella es interceptada por la Tierra, debido a la distancia al Sol que es aproximadamente 150 millones de kilómetros.

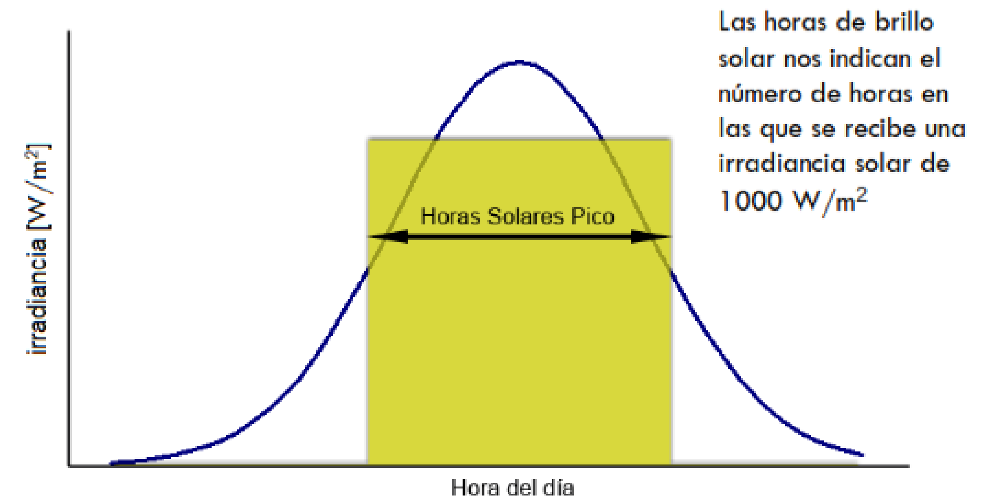
La potencia recibida en la parte superior de la atmósfera sobre una superficie perpendicular al rayo de sol, se denomina constante solar, cuyo valor aproximado es de 1.353-1.367 W/m^2.

Esta cantidad se reduce hasta aproximadamente 900 W/m^2 cuando atraviesa la atmósfera y llega al suelo.

La irradiancia (W/m^2) es la magnitud utilizada para describir la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación electromagnética.

Irradiación ($W\text{-}h/m^2$) Es la cantidad de energía solar recibida durante un periodo de tiempo. (o radiación)

HORAS BRILLO SOLAR (HBS o HSP)



Las horas de brillo solar nos indican el número de horas en las que se recibe una irradiancia solar de 1000 W/m^2

$$1\ \mathrm{HSP} = \frac{1000\ \mathrm{W} \cdot 1\ \mathrm{h}}{\mathrm{m}^2} \cdot \frac{3600\ \mathrm{s}}{1\ \mathrm{h}} \cdot \frac{1\ \mathrm{J/s}}{1\ \mathrm{W}} = 3{,}6\ \mathrm{MJ/m}^2$$

PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

4-Costos de construcción-EPC

Ejemplo típico: Proyecto Base de 5,3 Mwp

Supuestos:

- Se instala panel de 540 Wp
- Inversor de 185 Kw
- Centro de transformación de 6 MVA
- Línea de interconexión a 34, 5 kV de 2,2 Kms
- Estructura fija con hincado directo sin cimentación
- TRM de $ 3650

PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

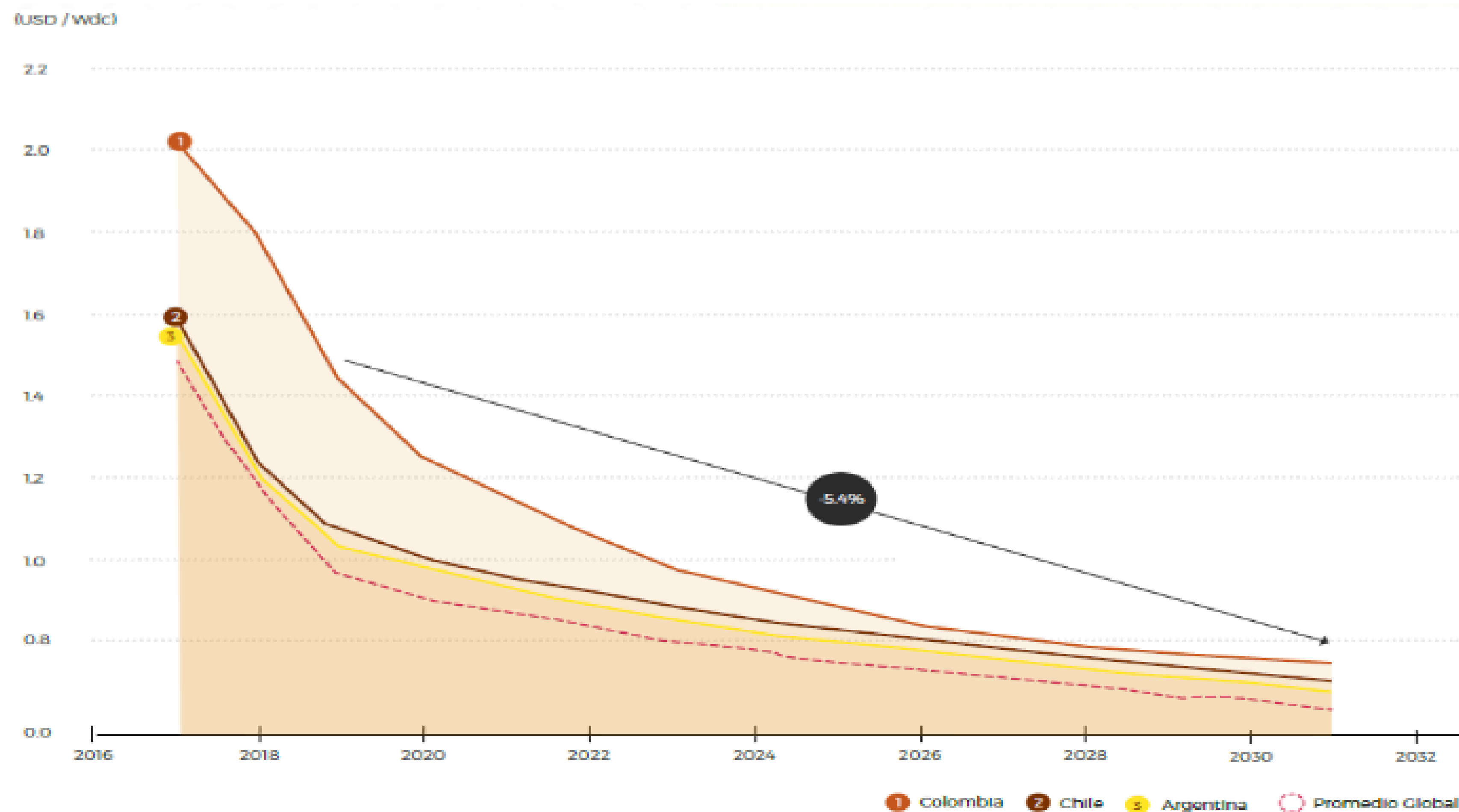
4-Costos de construcción-EPC

Actividad	Costo EPC ($)	%	Costo ($) por Kwp	USD por Kwp
Ingeniería	248.000.000	1,7%	47	0,013
Suministro de paneles solares	4.981.819.300	34,5%	940	0,258
Suministro de inversores	701.508.100	4,9%	132	0,036
Suministro de estructura	778.939.200	5,4%	147	0,040
Suministro centro de transformación	885.997.350	6,1%	167	0,046
Construcción e interconexión líneas de distribu	611.659.999	4,2%	115	0,032
Adecuacione civiles	1.292.800.000	9,0%	244	0,067
Suministro de accesorios y equipos eléctricos	1.392.610.903	9,7%	263	0,072
Construcción montaje mecánico	700.842.500	4,9%	132	0,036
Sitema de Seguridad	300.000.000	2,1%	57	0,016
Montaje eléctrico	1.250.150.625	8,7%	236	0,065
Sistema Scada	261.250.000	1,8%	49	0,014
Comisionamiento y puesta en operación	503.125.000	3,5%	95	0,026
Gerencia del proyecto	281.301.125	2,0%	53	0,015
Costo seguros y otros	235.000.000	1,6%	44	0,012
Total	**14.425.004.102**	**100%**	**2.722**	**0,746**

PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

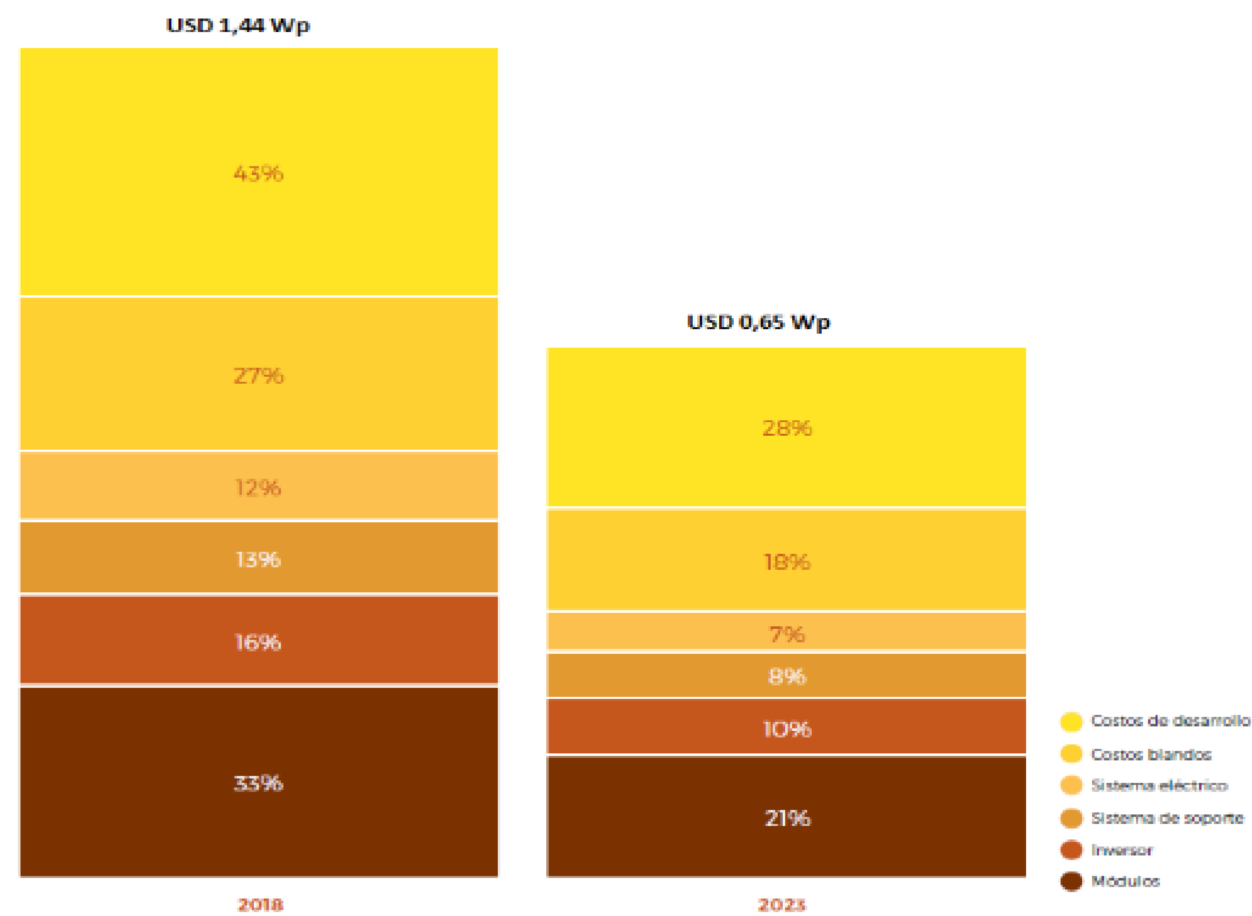
4-Costos de construcción-EPC



PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

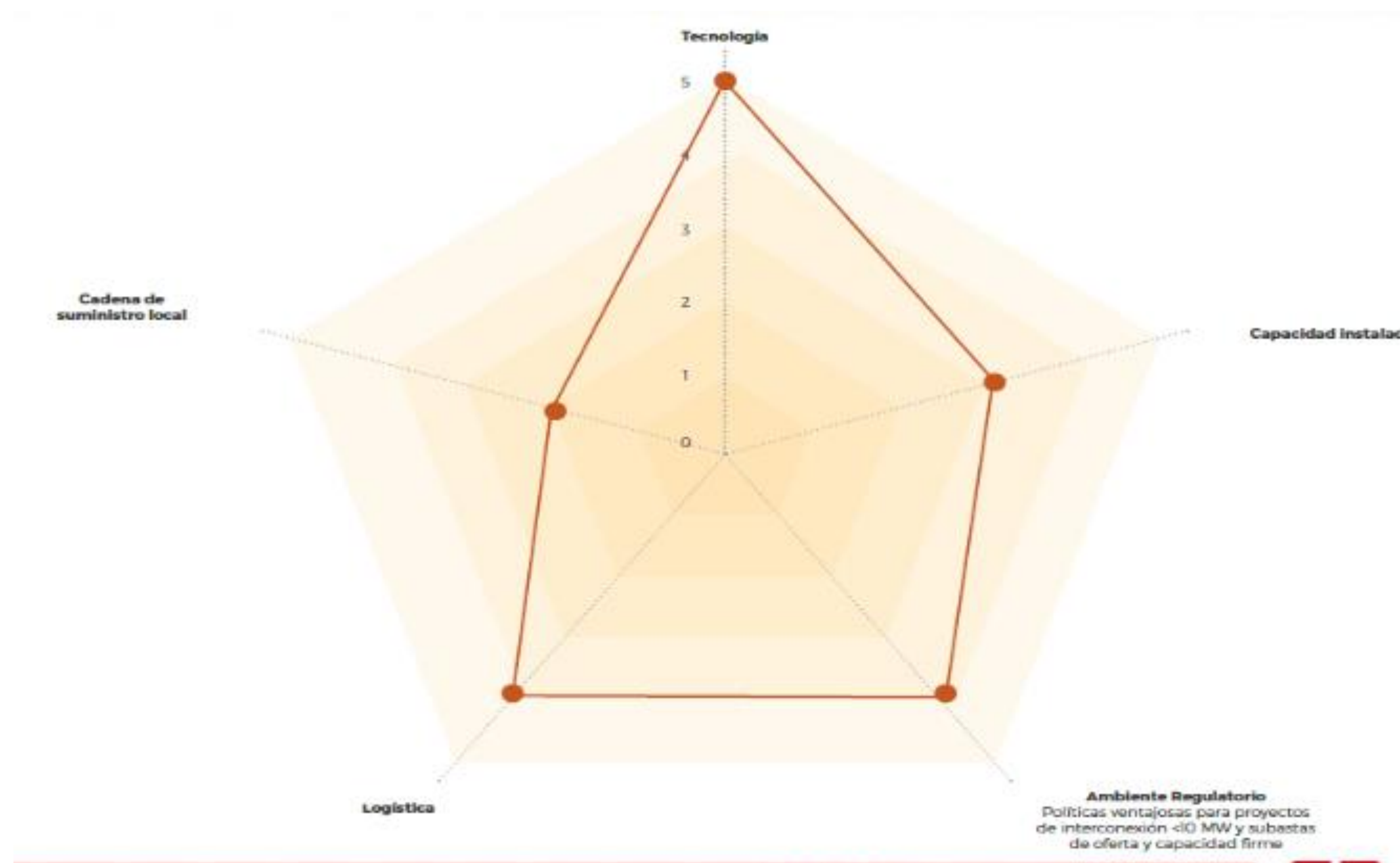
4-Costos de construcción-EPC



PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

4-Costos de construcción-EPC



PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

4-Costos de construcción-EPC

POTENCIA (MW)	10		20		50		100		150	
ESTIMADO CONSTRUCCIÓN (MESES)	7		9		10		12		13	
BOP	USD	USD/Wp	USD	USD/Wp	USD	USD/Wp	USD	USD/Wp	USD	USD/Wp
CIVIL	400.000	0,040	700.000	0,035	1.500.000	0,03	3.000.000	0,03	4.500.000	0,03
ELECTRICO	680.000	0,068	1.200.000	0,06	2.500.000	0,05	4.800.000	0,048	7.200.000	0,048
MONTAJE	600.000	0,060	1.100.000	0,055	2.500.000	0,05	4.900.000	0,049	7.350.000	0,049
STAFF+FAENA	500.000	0,050	900.000	0,045	2.000.000	0,04	4.000.000	0,04	6.000.000	0,04
VARIOS	400.000	0,040	800.000	0,04	2.000.000	0,04	4.000.000	0,04	6.000.000	0,04
TOTAL BOP	**2.580.000**	**0,258**	**4.700.000**	**0,235**	**10.500.000**	**0,21**	**20.700.000**	**0,207**	**31.050.000**	**0,207**
EQUIPOS PRINCIPALES	USD	USD/Wp	USD	USD/Wp	USD	USD/Wp	USD	USD/Wp	USD	USD/Wp
TRACKER	950.000	0,095	1.800.000	0,09	4.500.000	0,09	8.800.000	0,088	13.200.000	0,088
INVERSOR	550.000	0,055	1.000.000	0,05	2.500.000	0,05	5.000.000	0,05	7.500.000	0,05
MÓDULO	2.200.000	0,220	4.400.000	0,22	10.500.000	0,21	21.000.000	0,21	31.500.000	0,21
TOTAL EQUIPOS PRINCIPALES	3.700.000	0,370	7.200.000	0,36	17.500.000	0,35	34.800.000	0,348	52.200.000	0,348
TOTAL EPC	**6.280.000**	**0,628**	**11.900.000**	**0,595**	**28.000.000**	**0,56**	**55.500.000**	**0,555**	**83.250.000**	**0,555**
O&M ANUAL	USD		USD		USD		USD		USD	
OPERACIÓN Y MTTO PLANTA PV	**70.000**		**140.000**		**350.000**		**700.000**		**1.050.000**	

PATRIA
essentia
ENERGIA

LUIS ALBERTO
ORJUELA

5- Desarrollo en Colombia

1-Entorno

2-Subastas

3-Proyecciones

4-Riesgos más importantes actuales.

PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

5- Desarrollo en Colombia
Entorno-Ley 1715-2014

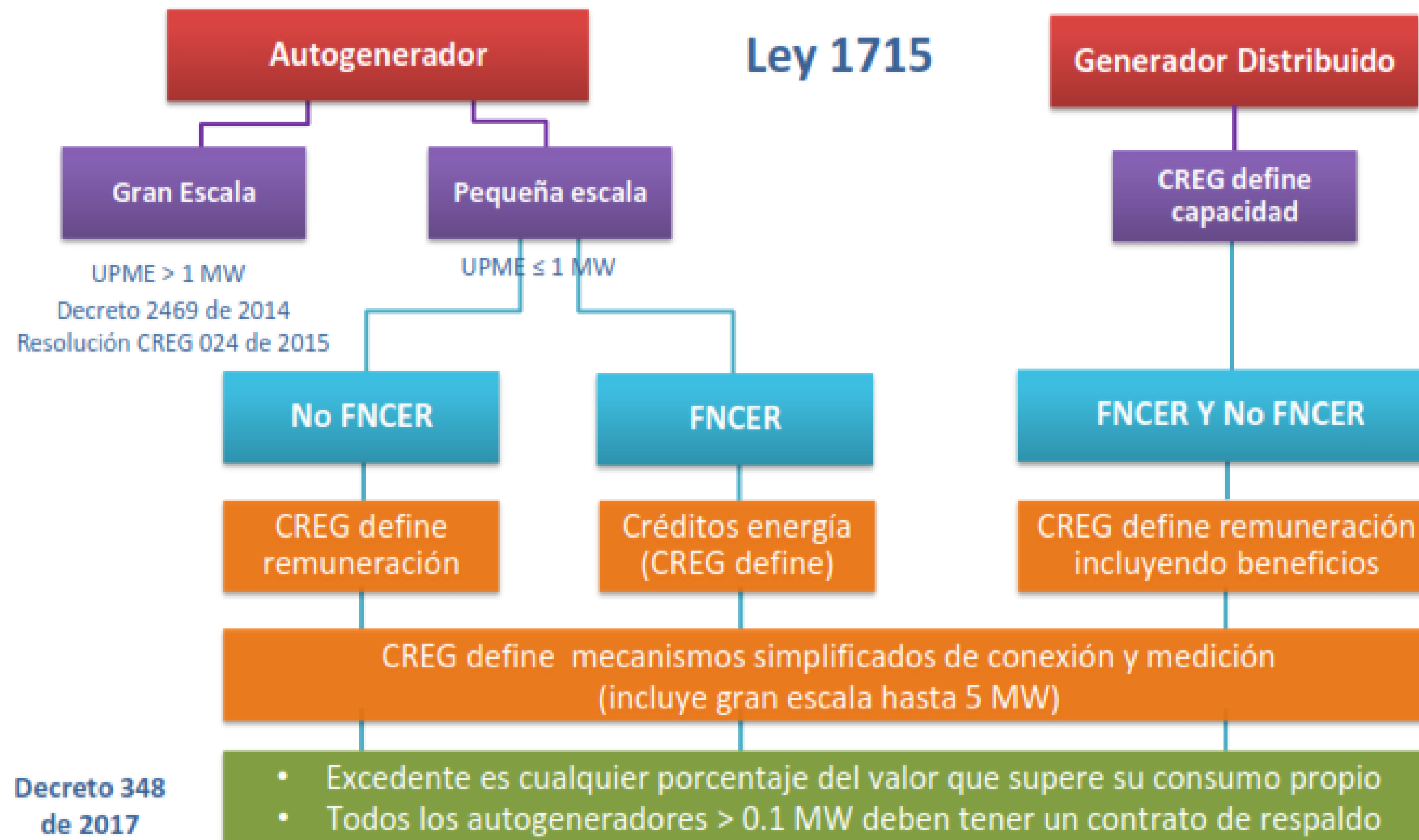
Incentivos Tributarios que brinda la **Ley 1715** a tu proyecto de **Energía Renovable**

1. Exclusión de IVA en la compra de los equipos a usar
2. Exención de aranceles
3. Depreciación acelerada
4. Deducción en impuesto de renta

PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

5- Desarrollo en Colombia-Entorno-Ley 1715-2014



PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

5- Desarrollo en Colombia-Entorno-Ley 1715-2014

- Creación del FENOGE (Fondo de Energías No convencionales y Gestión Eficiente de Energía)
- Análisis de condiciones propias asociadas a la producción de energía a partir de las FNCER para efectos de emitir reglamentaciones técnicas (A ser determinados por la CREG y el MME)
- Procedimientos y requerimientos técnicos para la conexión, operación, respaldo y comercialización de energía proveniente de auto generadores y generadores distribuidos.
- Definición de parámetros y criterios ambientales a ser cumplidos por proyectos FNCER de acuerdo con cada fuente o tecnología. Requiere desarrollos normativos (MMADS y ANLA)
- Adopción de acciones ejemplarizantes de parte de las entidades del estado.
- Fomento del aprovechamiento solar en urbanizaciones, edificios, oficiales, industria y comercio.

PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

5- Desarrollo en Colombia
Entorno-Ley 1955-2019

- Ampliación la sobre deducción contra el impuesto de renta durante 15 años
- Paneles Solares y sus controladores e inversores se encuentran excluidos automáticamente del IVA, sin que sea necesario ningún trámite adicional para recibir el beneficio.
- Entre 8% y el 10% de las compras de los comercializadores del Mercado de Energía Mayorista deben provenir de contratos de largo plazo con plantas de FNER

PATRIA
essentia
ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

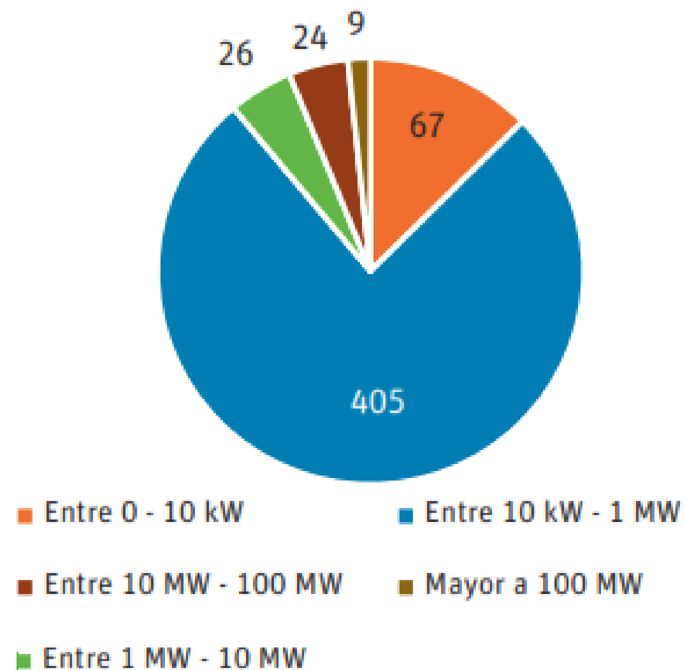
5- Desarrollo en Colombia
Entorno-Otras disposiciones

- Proyectos menores a 10 MW no requieren DAA- Decreto 2462 de 2018
- Agilización en trámites de proyectos de FNCER-Ley 2106 de 2019
- Reducción gradual del IVA en bienes de capital asociados a FNCER
- Asignación de capacidad de transporte a otros, proveniente de la que se dio a generadores que incumplieron con sus proyectos-Actualmente proyecto de resolución CREG
- Permiso a los operadores de red para avanzar en la generación distribuida. Decreto 099 de 2021

PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

5- Desarrollo en Colombia

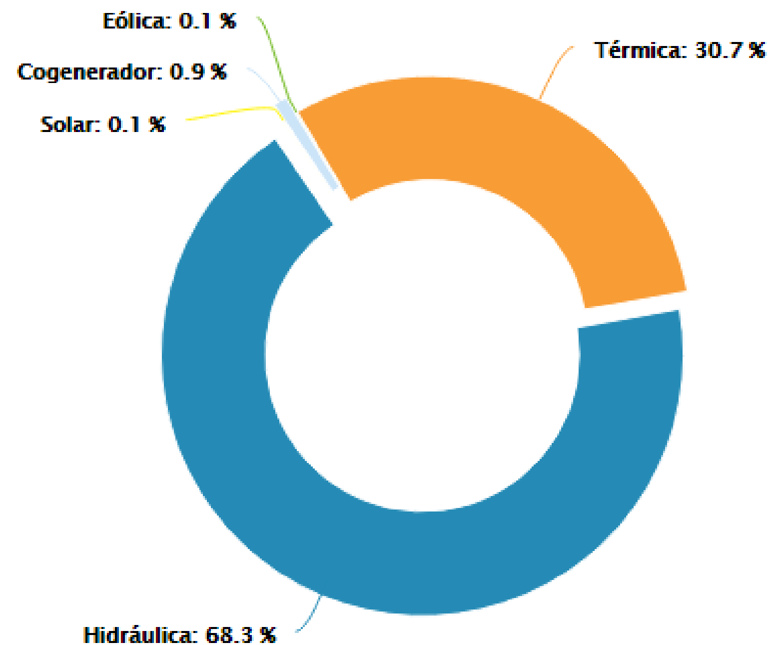
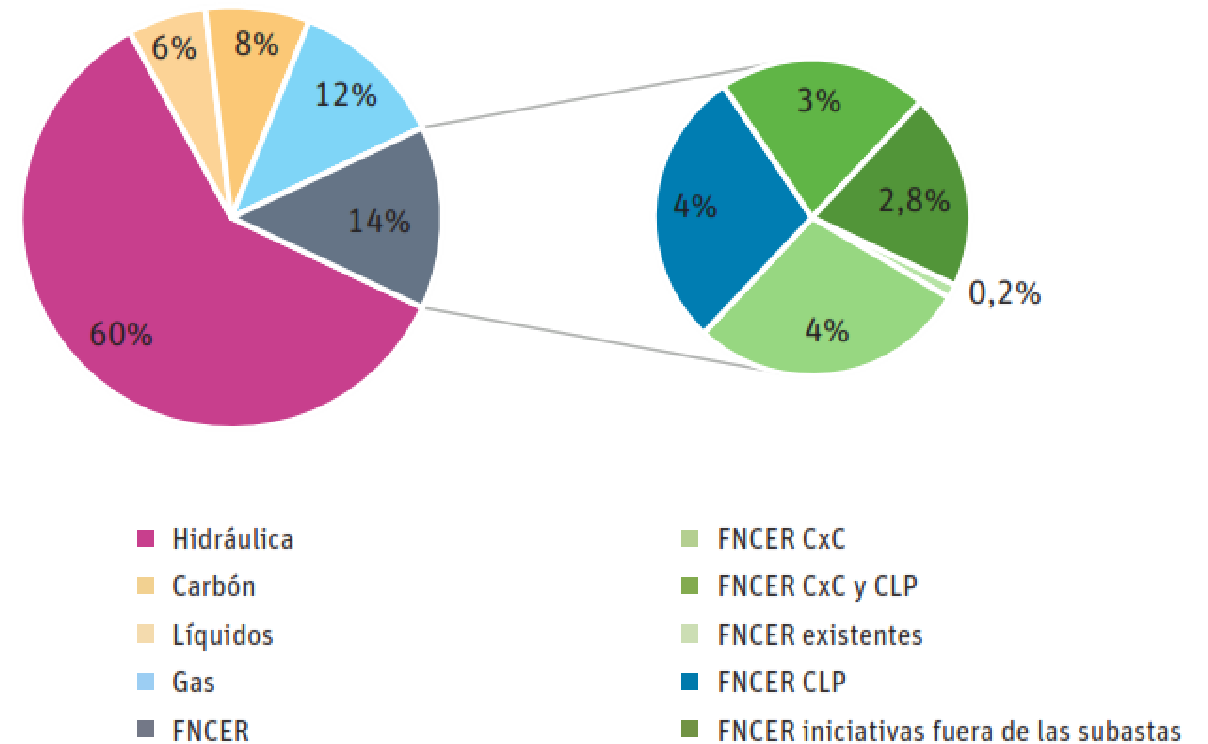


De acuerdo con datos de la UPME entidad que certifica proyectos elegibles para los beneficios tributarios de la ley 1775, desde el 2018 han sido emitidos 531 certificados avalando proyectos FNCE y 267 proyectos de eficiencia energética. (EE)

PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

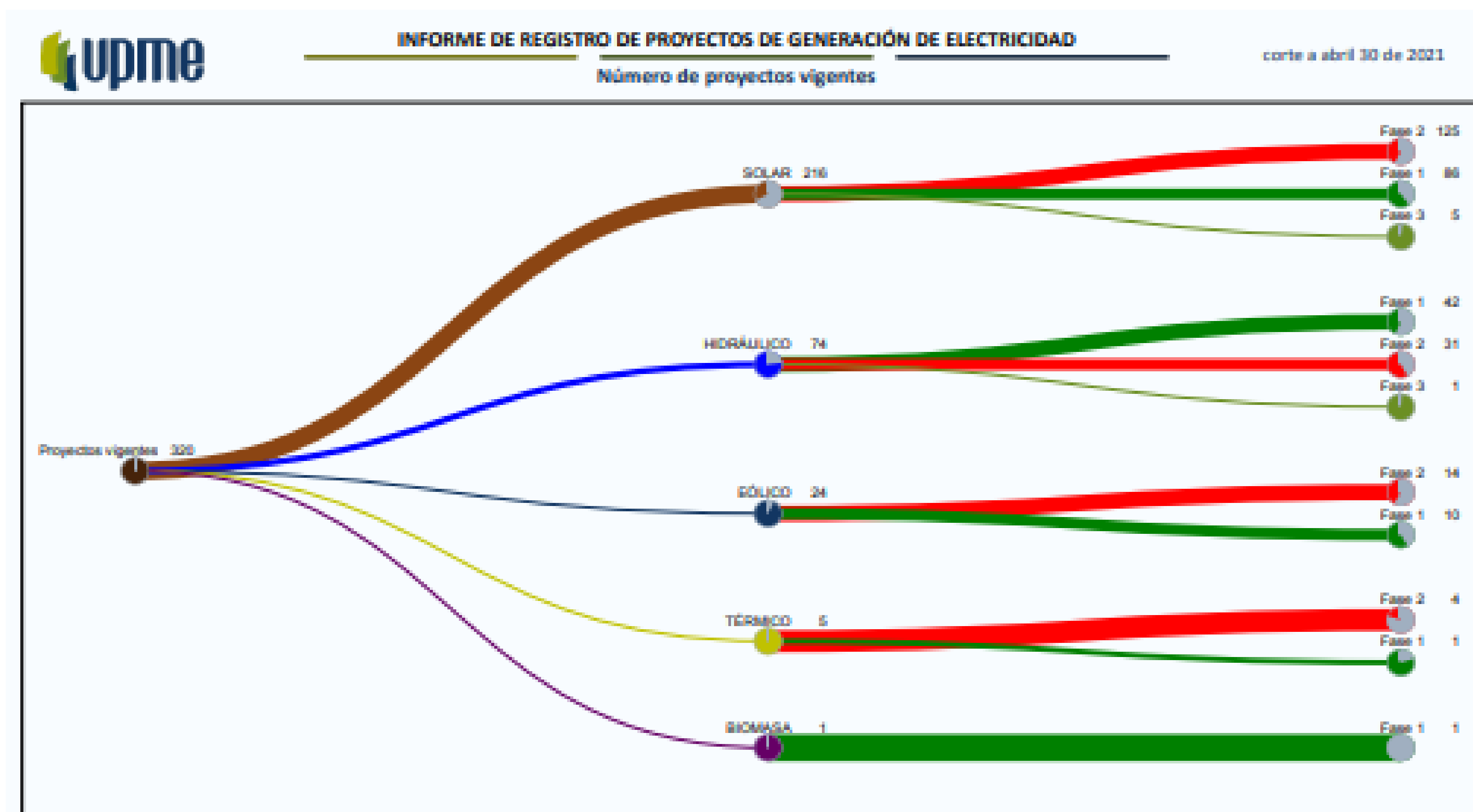
5- Desarrollo en Colombia-Subastas

Capacidad instalada 2021-Fuete: Acolgen	Proyección 2022-23, luego de las subastas de cargo por confiabilidad y subastas de contratos de largo plazo.
	 Fuente: Transición energética –Min minas-BID

PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

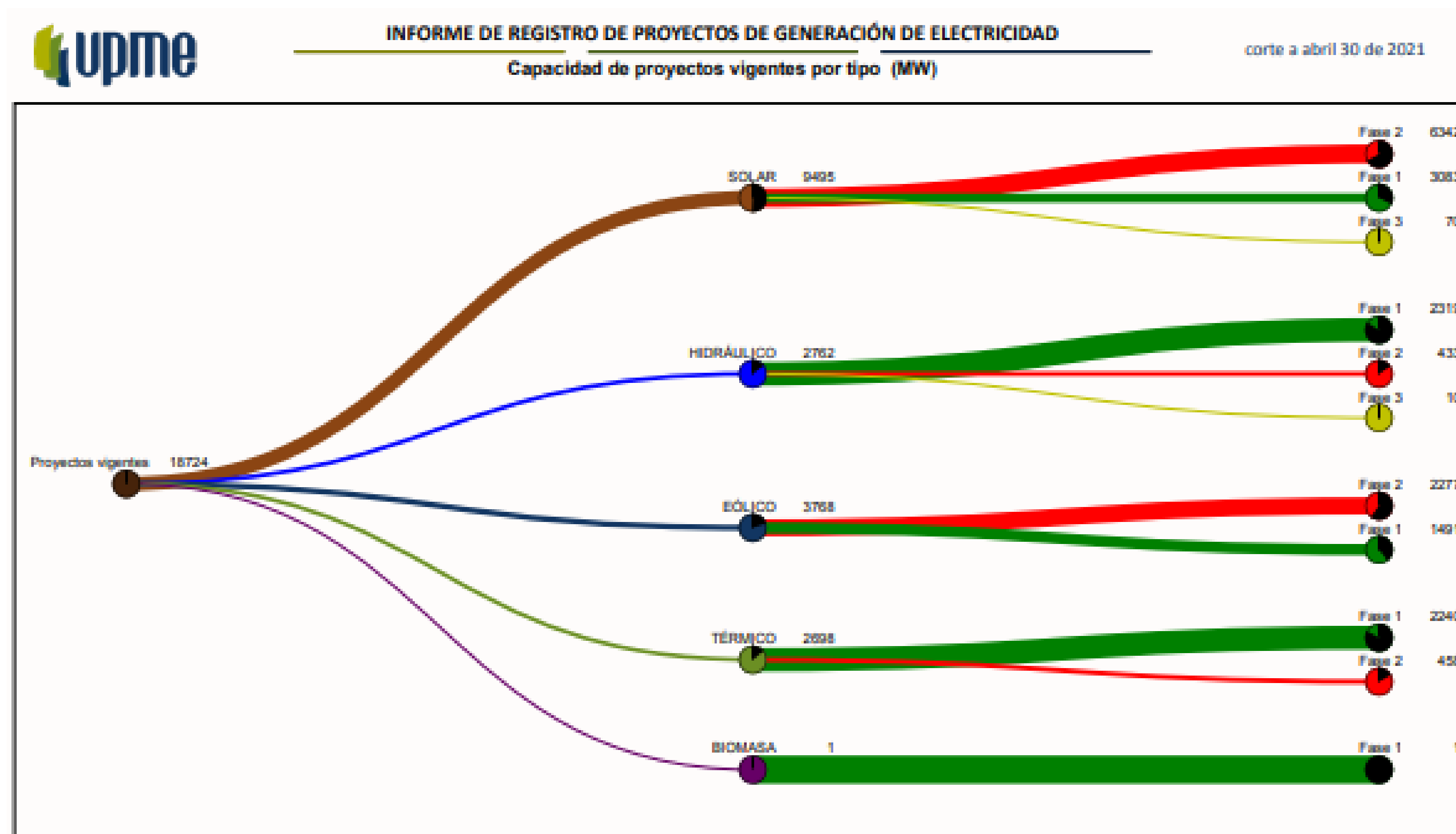
5- Desarrollo en Colombia



PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

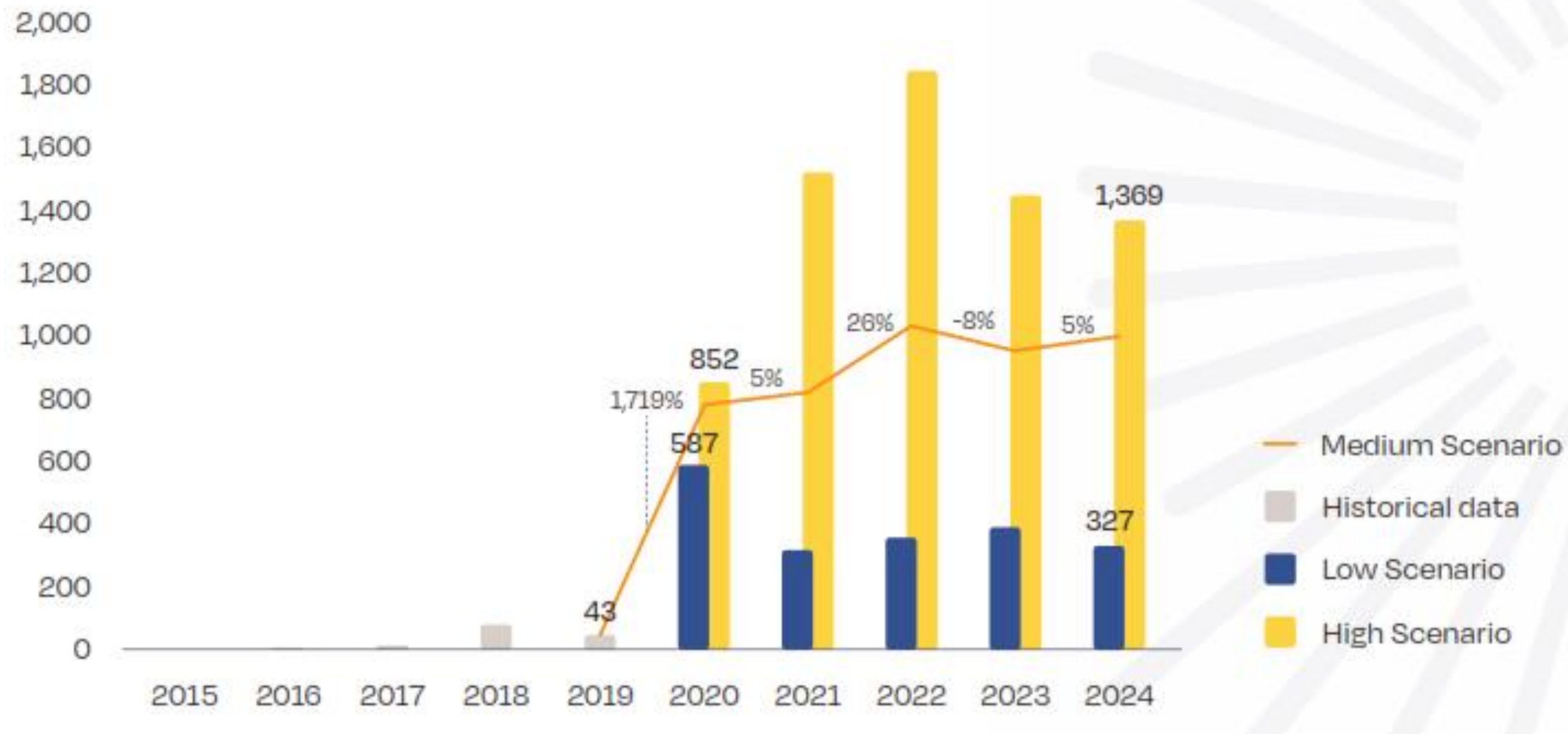
5- Desarrollo en Colombia



PATRIA essentia ENERGIA

LUIS ALBERTO ORJUELA

Mercado Solar Colombiano-Datos históricos y pronósticos para los próximos 5 años-Fuente: Solar Power Europe-Sola Investments opportunities-diciembre de 2020



5- Desarrollo en Colombia
Por superar

- La falta de infraestructuras en el SIN dificulta enormemente la conexión de la gran mayoría de los proyectos.
- Complejidad de los permisos necesarios para poder construir un proyecto de energías renovables
- Obtención de tierras y su complejidad
- Burocracia en Colombia para los trámites innecesarios.
- El proceso de conexión con los operadores de red es lento y complicado
- Garantías desproporcionadas para respaldar los proyectos que aumentan el riesgo.


PATRIA
essentia
ENERGIA


LUIS ALBERTO
ORJUELA


PATRIA
essentia
ENERGIA


LUIS ALBERTO
ORJUELA